

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA



CONTROL DE REGISTROS Y OPERACIÓN EN LÍNEA DE CONVERSIÓN FLEXO
GRÁFICA UNITED

NELSON ENRIQUE BUSTAMANTE BUSTAMANTE

Aspirante al título de: **INGENIERIA ELECTRONICA**

ROBINSON DE JESUS PARRA MUNERA

Aspirante al título de: **INGENIERIA INDUSTRIAL**

Nombre del Profesor/Asesor

Clemente Jesús Silva Gutiérrez

APARTADO COLOMBIA

2014

INDICE

CAPÍTULO I	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Pág.
1.1	Problema	5
1.2	Título trabajo de grado	5
1.3	Formulación del problema	5
1.4	Objetivos de la investigación	9
1.4.1	Objetivo general	9
1.4.2	Objetivos específicos	9
1.5	Justificación de la investigación	10
1.5.1	Descripción del Proceso fabricación de cajas	10
1.5.2	Naturaleza del trabajo de grado	15
1.5.3	Origen del trabajo de grado	15
1.5.4	Porque se realizó este trabajo de grado	17
CAPÍTULO II	MARCO TEÓRICO	
2.1	Bases teóricas	19
2.1.1	Flujo de proceso equipos	19
2.1.2	Flujo de proceso operativo	21
2.2	Descripción producto de proceso (Cajas)	22
CAPÍTULO III	METODOLOGÍA	
3.1	Proceso del trabajo de grado	25
3.2	Cascadeo del problema (Muestras)	25
3.3	Análisis de datos	27
3.4	Propuesta de mejora (Automatización)	28
3.4.1	Esquema control anterior de operación	28
3.4.2	Automatización para la operación de registros.	29
CAPÍTULO IV	RECURSOS Y CRONOGRAMA	
4.1	Recursos	36

4.1.1	Humanos	36
4.1.2	Materiales	36
4.2	Propuesta cronograma de ejecución	36
CAPÍTULO V	FUENTES DE INFORMACIÓN	39

INDICE DE FIGURAS	Pág.
Figura 1. Corrugador Smart.	11
Figura 2. Elaboración Cajas. Recuperado.	12
Figura 3. Quejas y reclamos calidad en Corrugados del Darién S.A.	14
Figura 4. Maquina Flexografica United.	19
Figura 5. Vista planta cuerpos prensa United.	28
Figura 6. Vista planta cuerpos ubicación registros.	29
Figura 7. Lazo de Control registro flexo united	30
Figura 8. Motor reductor registro flexo united	30
Figura 9. Red de conexión y comunicación control de registros.	35

INDICE DE ANEXOS	Pág.
Anexo 01: Flexo grafía	40
Anexo 02: Controladores Control Logix estándar	40
Anexo 03: Módulos Remoto FLEX I/O	41
Anexo 04: Red de área local y Ethernet	42
Anexo 05: Terminales PanelView Plus 6 1250	43
Anexo 06: Control de movimiento integrado Kinetix	44
Anexo 07: Servomotores de baja inercia MP-Series	46
Anexo 08: Servo variadores multiejes Kinetix 6000	47
Anexo 09: Red Interface SERCOS	48
Anexo 10: Encoders absolutos magnéticos DeviceNet	49
Anexo 11: Devicente y Medios físicos redondos DeviceNet	50
Anexo 12: Productos conectados Red DeviceNet Allen Bradley	51

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA:

¿Por qué hay tiempos ineficientes en el proceso de conversión y en los cambios de referencias (MRS) en la maquina Flexografica United en la empresa Corrugados del Darién?

1.2 TITULO TRABAJO DE GRADO:

“Control de registros y operación línea de conversión flexo gráfica united”.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

En el proceso de fabricación de cajas, se requiere de un subproceso llamado conversión de láminas, que consiste en imprimir, realizar hendidos para doblez, ventilaciones (orificios) y pegado de la caja.

Las láminas ingresan a la línea de conversión en la sección de alimentación, está la envía al cuerpo impresor N°1, en donde se imprime un color específico. Luego la lámina pasa al cuerpo impresor N°2, donde de igual forma se imprime un segundo color. En un tercer cuerpo impresor, la maquina realiza el mismo proceso de los anteriores con otro color determinado para transportarla a la sección de ranurado y hendido, los cuales son necesarios para el doblado de la lámina y formación la caja. Después de realizar el hendido, la lámina pasa por la sección de troquelado, donde se realizan las ventilaciones a la caja para conservar la fruta.

En los procesos mencionados anteriormente, los registros o posición inicial de cada cuerpo o sección, debían estar sincronizados para que la caja cumpliera con la ficha técnica y especificaciones requeridas por el cliente

El posicionamiento de los registros de la máquina durante los set up o cambios de referencia, y durante su operación se hacían de forma manual, la precisión para mover los registros era mayor a 4 mm por accionamiento, lo cual me incrementaba los tiempos perdidos en la línea. El operador perdía tiempo en ajustes tratando de dar la precisión necesaria para sincronizar los registros de acuerdo con la ficha técnica y/o plano de la referencia a producir, además se generaba un material no conforme o desperdicio con láminas que no cumplían con lo requerido.

Durante el proceso de conversión no se contaba con sistema de alarmas que indicara cuando se desplazaba un registro en alguno de los cinco cuerpos que formaban la máquina. El operador no detectaba las cajas que no cumplían con los requerimientos de la ficha técnica, es decir, mala impresión, mal troquelado, mal ranurado, generándose así, alta cantidad de material no conforme, así como paros menores en la línea para poder ajustar el registro o los registros que fueran necesarios para poder cumplir con lo requerido y garantizar un producto de excelente calidad. La máquina debido a su antigüedad, era un sistema muy mecánico, el cual no contaba con un sistema de control preciso, ni un punto de referencia, ni tampoco contaba con una opción de corrección en línea o automática en caso de pérdida del registro en alguno de los cuerpos, lo que hacía necesario corregir los desfases de forma manual y ajustar aproximadamente por medio de un pulsador que encendía y apagaba un motor que estaba provisto de un freno mecánico que permitía un deslizamiento de acuerdo a su calibración y al desgaste del disco de asbesto. Debido a que en este proceso se hace necesario parar la línea, abrir la máquina, desplazar manualmente los cilindros, cerrar de nuevo y volver a arrancar, esto me generaba más desperdicio, más tiempos perdidos y eran menos productividad.

El presente trabajo de grado, titulado “*Control de registros y operación línea de conversión flexo gráfica united*” se enmarcó dentro de un proceso de fabricación de cajas de cartón corrugado.

La técnica de flexografía es un proceso impresión de materiales de embalaje que en este caso se utiliza para las cajas de cartón.

La empresa Corrugados del Darién, cuenta con dos líneas de flexografía. El proceso se analizó en la línea de conversión de la flexografica UNITED.

Los causales más importantes en la fabricación de cajas es el retraso existente en la entrega del producto terminado, todos nuestros clientes son exportadores de banano, por esta razón necesitan que las cajas sean entregadas en la fecha pactada.

El Departamento de producción tiene pronosticado metas por turno (unidades/turno). La comparación de este valor con respecto al Rendimiento Estándar, permite observar porque no se

alcanzaba dicho valor, ya que los porcentajes de pérdidas sobrepasaban el límite permitido. (Véase tabla 1)

Flexo United	Unid.	Unid./hora	% pérdida permitida	% pérdida real	Diferencia
Meta/turno	93.208	11.651	26%	37%	11%
Rend. Estándar	126.528	15.816			

Tabla 1. (Recuperado de software Globe de la empresa Corrugados del Darién)

La diferencia de 11% muestra porque recurrentemente no se cumplían las metas diarias por turno en este proceso, ya que sobrepasaban el 26% permitido de acuerdo a las proyecciones planteadas por el departamento de Producción.

El área de producción de la compañía clasifica las pérdidas en las líneas flexo graficas en 6 grandes grupos:

Por tiempos perdidos:

1. Fallas de Equipos. (Averías)
2. **Puesta a Punto y ajustes.**

Por pérdida de velocidad:

3. Tiempo ocioso y paros menores.
4. Reducción de velocidad.

Por defectos de calidad:

5. Defectos en el proceso.
6. Reducción de rendimiento.

Este trabajo de investigación estuvo dirigido a la perdida de tiempos ineficientes y a la implementación de un sistema de mejoramiento técnico-operativo al proceso de conversión en la flexografica UNITED, buscando reducir los altos tiempos en “puesta a punto y ajustes” que se presentaban en los diferentes cambios de referencia, basándonos en los registros estadísticos que se llevan hasta la fecha en las áreas de la empresa, siendo definida como una de las principales perdidas en el proceso de conversión en una de las líneas de producción de la compañía.

El problema analizado en este trabajo de grado fue la pérdida de “puesta a punto y ajustes”. A este grupo de pérdida están asociados los siguientes ítems:

- Tiempo de Ciclo.
- Secuencia de Producción.
- Cambios de Herramental.
- Paros menores en ajustes.

A su vez, esta pérdida con sus causales se presentan por factores internos y externos que afectan este mismo proceso.

- Internos: Maquina mecánica sin control de registros.
- Externos: Falta de estandarización del proceso.

La reducción de esta pérdida disminuyo enormemente el margen entre los tiempos estimados o esperados y los tiempos reales según registros, que se presentaban durante los alistamientos y puestas en marcha después de un cambio de referencia o al iniciar operaciones después de un paro programado o no programado.

Por medio del estudio de métodos y tiempos en este proceso de conversión, se pudo identificar cuáles actividades y equipos asociados a diferentes referencias son los que me generaban más valor de perdida en este estudio, y así planteamos soluciones tanto técnicas como operativas para aumentar la productividad y garantizar que se puedan cumplir las metas por turno, ser eficientes y productivos simultáneamente.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Controlar la posición de los registros en los cuerpos de la maquina flexografica garantizando la precisión en las medidas y especificaciones durante el proceso de conversión de lámina a caja.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aumentar la productividad en la línea flexografica United.
- Disminuir el desperdicio asociado a cajas en alistamientos y pruebas de impresión.
- Disminuir los tiempos perdidos en puesta a punto y ajustes de la maquina flexografica.
- Brindar flexibilidad durante los alistamientos y cambios de referencia de cada turno.
- Garantizar un control preciso de los registros o medidas de la cada MR o en pruebas de máquina.
- Registrar y tener información exacta y precisa del proceso.
- Retroalimentación entre los diferentes departamentos de la planta con el intercambio de información.
- Reconocer las materias prima desde el inicio de su transformación hasta ser un producto conforme.
- Estandarizar la operación de cambios de referencia en la línea flexografica.

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION:

1.5.1 Descripción del Proceso fabricación de cajas:

El proceso de fabricación de cajas en la empresa Corrugados del Darién empieza en la línea corrugadora en la cual se transforma las bobinas de papel en láminas de cartón corrugado, El proceso de laminación está diseñado para producir láminas de cartón corrugado en doble pared y pared sencilla en forma continua. Para la producción de pared sencilla se emplean tres papeles, dos liner y un corrugado médium. Para la producción de doble pared se emplea cinco papeles, tres liner y dos corrugados médium. (Comúnmente se conoce la pared sencilla como tapa y la doble pared como base). La empresa Corrugados del Darién cuenta con un Cabezote marca Fosber para ondas o flautas tipo B. Corrugador Smart (Véase figura 1).

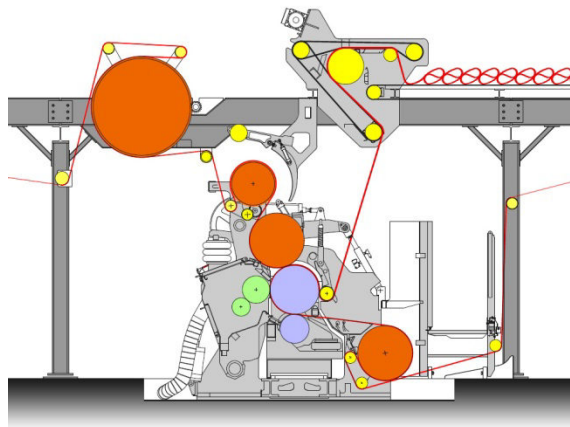


Figura 1 Corrugador Smart, recuperado de http://www.fosbergroup.com/en-us/prodotti/gruppo_ondulatore.aspx

Otro cabezote marca Langston SF-380 para ondas o flautas tipo C, el cual tiene un espesor mayor que la onda B. La producción de láminas doble pared es una combinación de las dos flautas.

En la línea de proceso de fabricación de láminas, se pueden alcanzar velocidades máximas de hasta 220 m/min (720pie/min) con un ancho de papeles de 2500 mm. La línea Corrugadora tiene una capacidad de seis cabidas (láminas en dirección longitudinal).

Para la elaboración de las láminas es esencial la aplicación de un adhesivo o goma de buena calidad. Ésta es elaborada a base de almidón de maíz y algunos aditivos para controlar su viscosidad y punto gel. Este es suministrado a las maquinas engomadoras de los cabezotes corrugadores y a la doble engomadora ubicada en la entrada al sistema de secado final o “Double backer”, para continuar con el proceso de corte longitudinal y transversal de cada lamina, las cuales deben estar acorde con las dimensiones y especificaciones para el proceso de conversión de cajas requeridas por los clientes. (Véase figura 2)

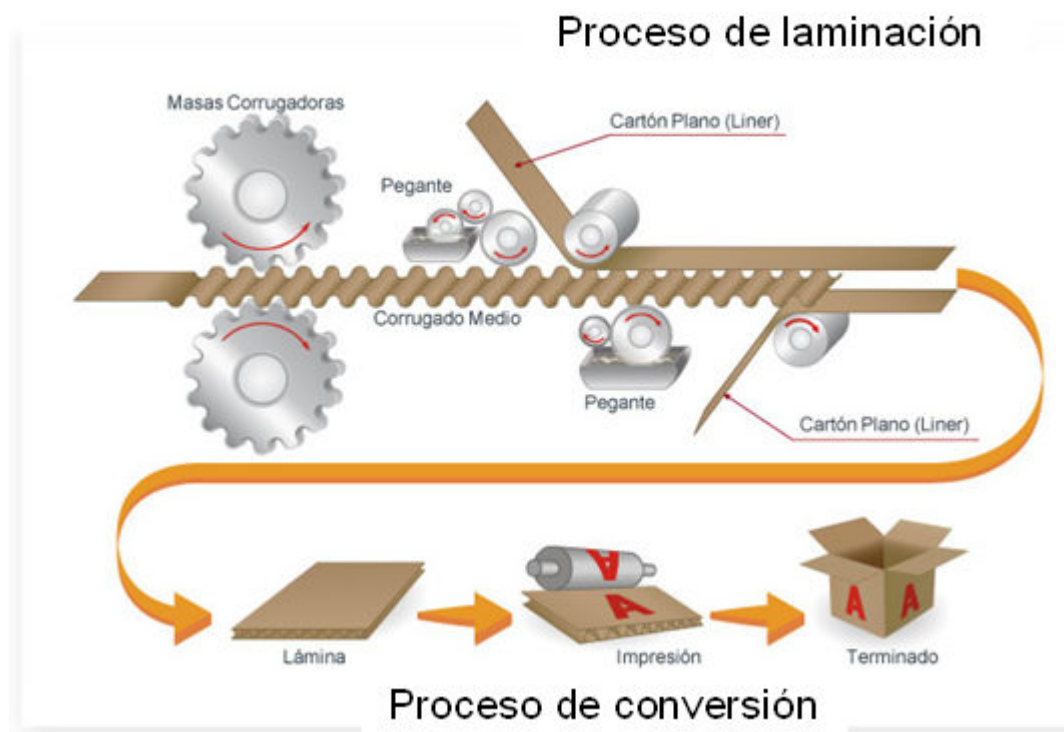


Figura 2. Elaboración Cajas. Recuperado de <http://www.cartonesamerica.com/proceso-productivo>

Laminación: Proceso por el cual se unen uno o dos papeles corrugados con papel plano para formar láminas de cartón



Conversión: Proceso mediante el cual se convierte una lámina de cartón ondulado en una caja para empaque o embalaje.



Proceso de Conversión (Transformación de láminas de cartón a Cajas):

Este proceso consiste en hacer pasar una plancha o lámina de cartón entre una serie de rodillos para obtener una lámina impresa, con orificios y hendiduras, las cuales se convierten en una caja de cartón.

Para realizar este proceso, se han desarrollado maquinas Flexograficas de láminas de cartón, las cuales se basan en técnicas de *flexo grafía* (véase anexo 01).

Las máquinas flexo graficas son diseñadas para imprimir y el troquelar en forma rotativa en línea, garantizando producir cajas complejas a alta velocidad.

La empresa Corrugados del Darién cuenta con dos líneas conversión de gran versatilidad y altos rendimientos pese a su antigüedad. La impresora flexo United modelo 1974 será donde aplicará el presente trabajo de grado. Esta línea flexo grafica United hace parte del proceso continuo de fabricación de cajas de cartón corrugado, en pared sencilla y doble pared para empaques flexibles, con capacidad para convertir las láminas de cartón en tapas, bases y/o bandejas impresas, para una producción promedio de veintidós mil quinientas (22.500) unidades / hora en alimentación continua.

Las dimensiones y resistencia de las diferentes referencias producidas varían según las especificaciones del cliente y normalmente oscilan entre 2300 y 2600 psi en compresión.

La línea flexo gráfica United se encuentra conformada por una estación de montacargas, dos bandas de alimentación plásticas, una maquina pre alimentadora de láminas, un cuerpo alimentador, tres cuerpos impresores, un cuerpo ranurador /escorador y corta aletas, un cuerpo troquelador, una maquina engomadora plegadora (folder - gluer), siete bandas transportadoras, un cuchillo de corte longitudinal, un apilador de láminas, dos bandas que transportan el material hasta una mesa giratoria, un estibador y finalmente un conveyor de salida, además se cuenta con la opción de habilitar una maquina tipo stacker (arrumador) que sirve para transportar y arrumar cajas planas sin engomado.

Los cuerpos de la línea desde la alimentación hasta el troquelador están soportados sobre unos patines que le permiten desplazamiento de apertura y cierre de la máquina.

La línea flexo gráfica, como se mencionó anteriormente, está conformada por una serie de equipos o cuerpos llamados prensa, es decir donde se transforma la lámina en caja, estos son: el cuerpo alimentador, los cuerpos impresores, el cuerpo ranurador y el cuerpo troquelador, los cuales cuentan con un sistema de registro, el cual es realizado por unos rodillos que entran en contacto con la lámina, y en estos, es donde el operador monta los clichés o placas de impresión, al igual que las placas para el troquelado o formación de las ventilaciones y ranuras para el doblaje o armado de la caja.

Para realizar los cambios de orden el operador debe montar las lonas impresoras para esta actividad es necesario hacer mover los rodillos impresores, cuchillas ranuradoras o portatroqueles. Debido a que toda la prensa recibe movimiento por medio de una caja de engranajes ubicada en cada uno de los cinco cuerpos, los cuales perdían la referencia de punto cero o registros, es decir, no se sincronizaban con respecto a la lámina de alimentación, se hacía necesario mover nuevamente los registros cada vez que se arrancaba la maquina hasta que la lámina cumpliera con las especificaciones de la ficha técnica.

Como efecto de estos ajustes, cuando se iniciaban operaciones o después de cada cambio de referencia, se generaba unas láminas no conformes o desperdicio sumados con la pérdida de tiempo en alistamientos y productividad.

Cajas no conformes, perdida de registros de impresión (Véase figura 3)



Figura 3. Recuperado archivo quejas y reclamos calidad en Corrugados del Darién S.A.

1.5.2 Naturaleza del trabajo de grado:

- ✓ Aumentar la productividad y eficiencia en el proceso de conversión.
- ✓ Disminuir los tiempos de alistamiento completos.
- ✓ Disminuir los tiempos de ajuste de registros y pruebas.
- ✓ Minimizar el desperdicio de material por alistamientos.
- ✓ Disminuir la cantidad de NC (No conformidades) por problemas de registros en alistamientos y durante la operación.
- ✓ Integración de las actividades de cambio de referencia y ajustes de los registros en un solo estándar.
- ✓ Automatización de actividades de operación manual.
- ✓ Control de variables y actividades del proceso.
- ✓ Confiabilidad y flexibilidad en el proceso.
- ✓ Disminución de averías por fallas en el control actual de la máquina.
- ✓ Aumento de la mantenibilidad por migración y homologación de equipos de última tecnología.
- ✓ Disminuir Riesgos de accidente (golpes y heridas por intervención en los cuerpos de la prensa durante el set up).

1.5.3 Origen del trabajo de grado:

- ✓ Dificultad para la recolección de datos.
- ✓ Variación y poca veracidad de los datos colectados en los tiempos de alistamiento.
- ✓ Falta de control en los procesos.

- ✓ Operario detecta cajas con mala impresión, con mal troquelado o mal ranurado un tiempo después de arrancar a correr la nueva referencia.
- ✓ Diferentes modos de operación por falta de estándares.
- ✓ Muchas tareas y ajustes se realizan de forma manual. El posicionamiento de los registros de la máquina durante los set up y durante la operación son casi en su totalidad manual.
- ✓ Alta cantidad de láminas de prueba (desperdicio de material).
- ✓ Mala ubicación del registro del montaje (clisé - troquel).
- ✓ Alto número de tareas de mediciones e inspecciones durante la operación, de las especificaciones de las cajas según plano al desplazarse alguno de los registros.
- ✓ Generación de desperdicio por ajustes de máquina.
- ✓ Generación de no conformidades durante la operación.
- ✓ Falta de precisión de los registros de impresión, troquelado y ranurado según los límites establecidos por el departamento de Calidad.
- ✓ No hay sistema de alarma cuando se desplaza un registro en algún cuerpo de la máquina.
- ✓ Sistema de control no tiene punto de referencia ni opción de corrección automática en caso de pérdida de registro en algún cuerpo en operación.
- ✓ Alto número de paros menores por ajustes mecánicos y eléctricos en el sistema de operación y control de registros.
- ✓ Averías de la máquina por daños en bobinas y pastas en el conjunto de freno que comandan la posición de los registros.

1.5.4 Porque se realizó este trabajo de grado:

Este trabajo de investigación e implementación es importante para la empresa corrugados del Darién S.A debido a que los tiempos perdidos en los alistamientos eran muy altos y constituían una de las principales pérdidas para la compañía, teniendo en cuenta que además del tiempo perdido, estaba el desperdicio generado o asociado por la maquina durante los ajustes desde que se realizaban estos cambios de referencia o *setup* hasta que se obtenía la primer caja y cumpliera con las especificaciones del cliente. Las mediciones de los rendimientos del equipo en las diferentes referencias nos mostró varias oportunidades de mejora como lo son la estandarización del proceso de las actividades que se dan en los cambios, así como la implementación o automatización de un control en los registros de cada cuerpo de la maquina por medio de un sistema de control de movimiento con servomotores que me garanticen la sincronización y precisión de los registros de impresión y troquelado desde la primer caja.

El proceso pudo tener algunas implicaciones como lo eran el acoplamiento de tecnología de punta (servo controladores y servomotores) a un sistema mecánico de transmisión por engranajes, el alto costo de la implementación y la aceptación de los operarios quienes veían la estandarización como más trabajo y la automatización como una amenaza al pensar que les desplazaría de su puesto de trabajo.

Hoy en día, en la compañía, hay muchos beneficiados con el desarrollo e implementación de este trabajo de grado. Uno de ellos es el operador, ya que el sistema les garantiza y monitorea el proceso de conversión de la caja en sus dos puntos más importantes como son la impresión y el troquelado. Además, se dio la precisión y control al sistema de registro de los ranuradores, integrándolo al sistema de control de movimiento de los registros de este trabajo de grado. El objeto de esta automatización fue migrar y/o optimizar sistemas de accionamiento manual y mecánico, haciendo uso de equipos de última tecnología tales como autómatas programables PLC's, servomotores y servocontroladores, interfaces hombre –máquina HMI, entre otros, que favorezcan la operación de los empleados, y garanticen la tranquilidad de las funciones del proceso antes, durante y al iniciar los cambios de referencia de cada turno.

Otra área indirectamente beneficiada con este trabajo es el área de Calidad, ya que aparte de disminuir los tiempos en cada cambio de referencia, se eliminó los ajustes que se hacían antes en

los registros de impresión y troquelado para que quedaran acorde con las especificaciones o diseños solicitados por el cliente final. El sistema de control se proyectó para que opere y guarde los registros según los planos o recetas expuestos por el departamento de diseño, y así eliminó un gran número de correcciones y cajas no conformes o desperdicio que se generan cada vez que se ajustaban estas variables hasta encajar las medidas con la referencia próxima a correr.

Por qué se debe guardar y centralizar las referencias o recetas según el departamento de calidad? Este alcance del trabajo de grado al elegir desde una pantalla táctil o interfaz HMI la referencia o código a producir, nos eliminó procedimientos, ajustes y minimizó errores al operar, ya que quedó estandarizado el proceso de cambios de referencias o MR (Montajes de Referencia) con solo un toque.

Habrán además otras áreas que indirectamente se beneficiaron de este proyecto, como es el área de seguridad y salud ocupacional, ya que al eliminar diferentes tareas de ajustes con herramientas y montajes de elementos, el operador no se expone a partes móviles y cortantes, como las cuchillas para troquelar o ranurar. Con esto el riesgo de accidentarse se minimiza. Para el área de mantenimiento, se eliminó tareas de revisión de frenos electromecánicos con los que actualmente operan los motores de los registros, ya que los servomotores son libres de ajustes, ya que se frenan y mantiene su posición electrónicamente.

En general, la Compañía cuenta con un incremento en la disponibilidad de sus equipos de operación debido a la disminución en los tiempos perdidos de setup, así como la eliminación de material no conforme o desperdicio por el caso de los registros, lo cual, era una de las principales pérdidas en la línea flexo gráfica United.

Con este proceso estandarizado e implementado, el *programador* de producción ya conoce la capacidad real de producción de la línea, y así puede pronosticar las metas por turno (unidades/turno), es decir, disminuye esa diferencia o brecha que existe hoy en día entre lo planeado y lo real, y que los tiempos de proyección ya son más reales y controlables, para así facilitar el control operacional y el cumplimiento de las entregas al área logística.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 BASES TEÓRICAS:

2.1.1 Flujo de proceso equipos: Maquina Flexografica United (Vease figura 4)

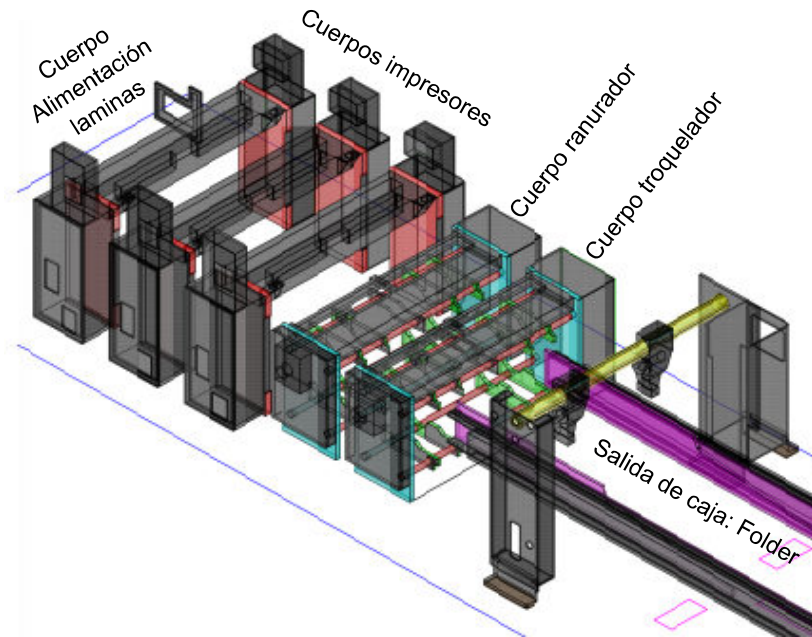


Figura 4. Recuperado Planos digitales empresa corrugados del Darién.

El sistema cuenta con un motor principal de DC ubicado en el primer cuerpo alimentador de láminas. Cuando se cierran todos los cuerpos de la flexografica (Alimentador, 3 impresores, ranurador y troquelador), el sistema queda engranado mecánicamente, es decir que todos los cuerpos se mueven con la transmisión del motor principal de DC.

Los cuerpos impresores, ranurador y troquelador poseían un motor de AC con freno electromecánico, los cuales movían independientemente el registro de cada cuerpo para efectos de alistamientos, cambios de orden o referencia y ajustes del sistema. Normalmente el operador cuando realizaba cambios de orden debía mover los rodillos de registros para montar las lonas impresoras, cuchillas ranuradoras y porta troqueles. Después de estas acciones, los registros se perdían, es decir, se desincronizaban con respecto a la lámina de alimentación, siendo necesario

tener que mover nuevamente los registros cada vez que se arrancaba la maquina hasta que la lámina cumpliera con las especificaciones requeridas.

A continuación, se realizará una breve descripción de los cuerpos que conforman la máquina de conversión de cajas flexografica del fabricante *United*, orientada especialmente al proceso de registros de la caja.

Pre alimentador: Equipo de proceso automático cuya función principal es suministrar laminas al cuerpo alimentador.

Cuerpo alimentador: Es aquí donde comienza el proceso de conversión, la función principal de este equipo es dosificar las láminas a los cuerpos impresores, está compuesto básicamente por un sistema de ruedas en poliuretano y una parrilla en aluminio la cual sube y baja permitiendo alimentar una lámina por cada ciclo, llamada alimentación *sun automation*. En la salida cuenta con dos rodillos jaladores, uno recubierto en caucho y el otro metálico con un acabado grafilado ubicado en la parte inferior con relación al de caucho, en este equipo también se encuentra la transmisión principal de toda la prensa por medio de la cual se da movimiento radial a través de un sistema de transmisión por piñones y es aquí donde surge una de las dificultades de garantizar el case de las diferentes especificaciones técnicas con relación a la impresión y troquelado.

Definición de impresión: “Proceso mediante el cual se imprime una imagen o palabras de acuerdo a lo establecido por el cliente”. Casas, R. (2008)

Definición de troquelado: “proceso mediante el cual se moldean las ventilaciones u orificios que llevan las cajas.”. Casas, R. (2008)

Cuerpo impresor: La máquina cuenta con tres de estos los cuales cumplen la función de imprimir y están formados por un rodillo anilox el cual se encarga de dosificar la tinta al rodillo porta clisé el cual a su vez es el encargado de transferir la lámina de cartón por medio de una lona especial, un par de rodillos jaladores, una transmisión de piñones que sincronizan el movimiento que proporciona el cuerpo alimentador, un motor de registro del rodillo porta clisé, este motor reductor tiene una transmisión intermedia la cual permite un juego que se ve reflejado en la diferencia de cases entre los colores de las cajas, también tiene un freno que es una pasta de

asbesto que por fricción trata de mantener el punto cero del rodillo pero cuando este se desgasta se pierde esta referencia ocasionando pérdidas de tiempo y material no conforme. El operador tiene la posibilidad de corregir esta desviación por medio de un botón pulsador pero esto genera que el operador produzca una o dos laminas y revise que estas cumplan con lo requerido de lo contrario debe repetir el proceso hasta obtener lo solicitado.

Nota: Cada cuerpo imprime un color.

Cuerpo ranurador: Este equipo cumple la función de hacer un hendido por el cual se van a doblar las láminas para formar la caja, de igual forma corta lo que se llama aleta y este sistema de corte el que debe estar sincronizado con los registros de la maquina porque debe ser exacto de lo contrario la caja no cumplirá con las especificaciones solicitadas. Al igual que los equipos anteriormente mencionados cuenta con una transmisión por piñones que engranan con el tercer cuerpo impresor y el cuerpo troquelador.

Cuerpo troquelador: La función principal de este es troquelar o hacer las ventilaciones que la caja requiere para refrigerar la fruta, al igual que los equipos anteriores cuenta con una transmisión por piñones y un rodillo porta troquel que debe conservar los registros de forma sincronizada.

Folder: Esta parte de la maquina es la salida de la lámina ya formada con sus registros, y se encarga de doblarla y pegarla para así transportarla en la caja. En este cuerpo está ubicado el control de conteo de láminas por golpe.

2.1.2 Flujo de proceso operativo:

Cuando se inicia el proceso es decir una orden de producción el operador de la monta carga se encarga de suministrar al pre alimentador las láminas según la orden asignada por el programador de producción, con la ficha técnica y la orden de producción el operador y su tripulación realiza el alistamiento que consiste en:

Flujo de proceso operativo	
Actividad externa MR. - Maquina en Movimiento	1.Entrega de orden de producción al operador
	2.Traer troquel antes de realizar el cambio según la orden de producción
	3.Traer montaje (clisep) antes de realizar el cambio según la orden de producción
	4.Comparar el montaje con la ficha técnica del producto
	5.Traer tintas antes de realizar el cambio según la orden de producción
	6.Medir la viscosidad de las tintas antes de suministrarlas a los cuerpos impresores
Actividad Interna MR. - Maquina Parada	7.Abrir la máquina dejando aproximadamente 60 cm entre los cuerpos
	8.Lavar las bandejas de tintas de los cuerpos impresores
	9.Instale los montajes o clisé
	10.Posicione las masas escoreadoras y las cuchillas del cuerpo ranurador
	11.Instale el troquel
	12.Ubique en el punto de inicio los rodillos porta clisep del cuerpo impresor, las masas porta cuchilla del cuerpo ranurador y el rodillo porta troquel
	13.Cierre la máquina y presione el botón de arranque

2.2 DESCRIPCION PRODUCTO DE PROCESO (REFERENCIAS CAJAS)

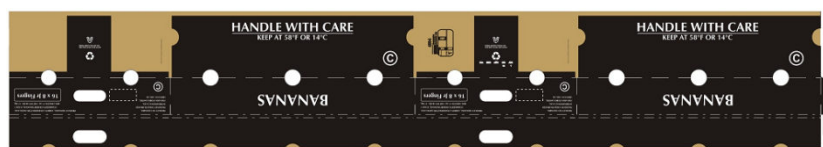
Existen dos Tapas Telescópicas **4 colores**, para su fabricación se requieren dos pasadas, por lo tanto hay que medir su rendimiento en cada pasada.

ANTERIORMENTE
TELESCOPICA 1 COLOR
TELESCOPICA 2 COLORES
TELESCOPICA
4 COLORES
BANDEJA
CONGELADO
DIVISION
REGULAR
BASE TELESCOPICA
CABIDA 4
FLORES

- *TAPA TELESCOPICA*



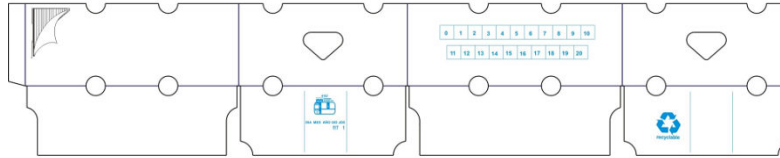
- *TAPA-BASE*



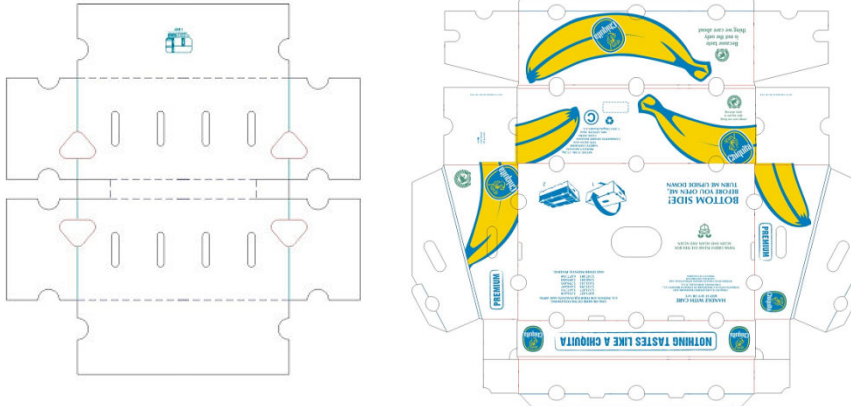
- *CONGELADO*



- *BASE TELESCOPICA*



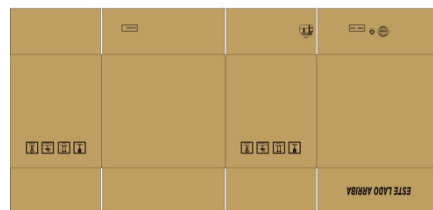
- DIVISION BANDEJA*



- TAPA- BANDEJA*



- REGULAR*



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 PROCESO DEL TRABAJO DE GRADO:

Toma de datos de tiempos y desperdicio en alistamientos, evaluación y selección de equipos, migración del control de flexo gráfica United de lógica cableado por lógica remota (cambio de cableado por red ethernet), diseño electromecánico y de control radial del sistema de registros por medio de control de posición con red de servomotores, montaje de dispositivos, programación y pruebas del control en el PLC, diseños de páginas en pantalla para la operación y mantenimiento, entrenamiento operativo y técnico, documentación y estandarización del proceso productivo, pruebas en proceso, puesta en marcha, seguimiento y evaluación del proyecto.

3.2 CASCADEO DEL PROBLEMA (MUESTRAS)

Tiempo de Alistamiento: Es el tiempo que se requiere para pasar de un producto de calidad a otro producto conforme.

En el proceso de la Flexograficas se manejan 3 tipos de Alistamiento, los cuales están asociados a un código para su registro desde el área de producción:

- 02: Todo paro asociado a Set-up o cambio de referencia.
- 37: Todo paro asociado a Set-up o cambio de referencia en el cual solo se cambia el montaje.
- 36: Todo paro asociado a Set-up o cambio de referencia en el cual solo se cambia la identificación en el montaje.

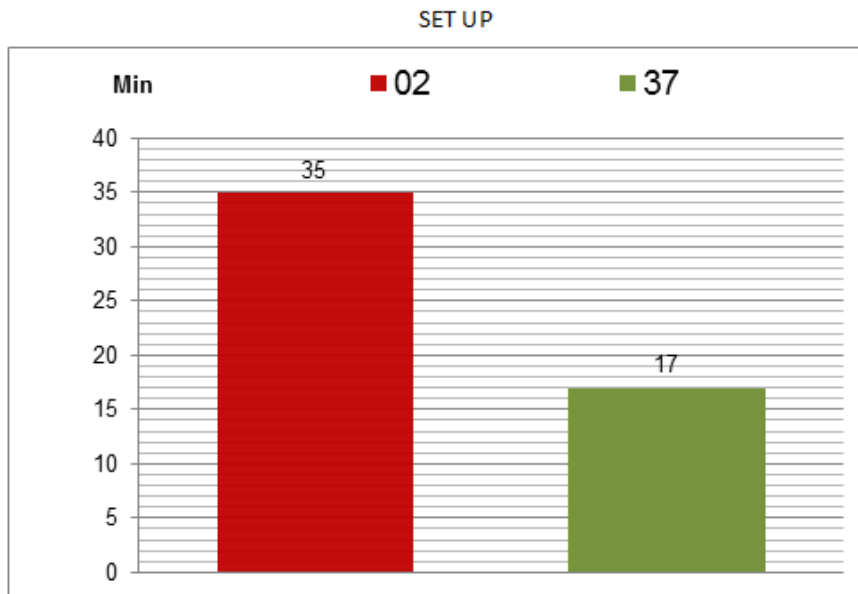
Muestra:

- Se capturaron 30 MR o Alistamientos, donde se tomó el tiempo generado con su respectivo análisis.
- En el estudio solo analizaremos los Alistamientos tipo 02 y 37, ya que el 36 no se presentó en la captura de los datos.

Alistamientos:

02: Todo paro asociado a Set-up o cambio de referencia: 21 mediciones

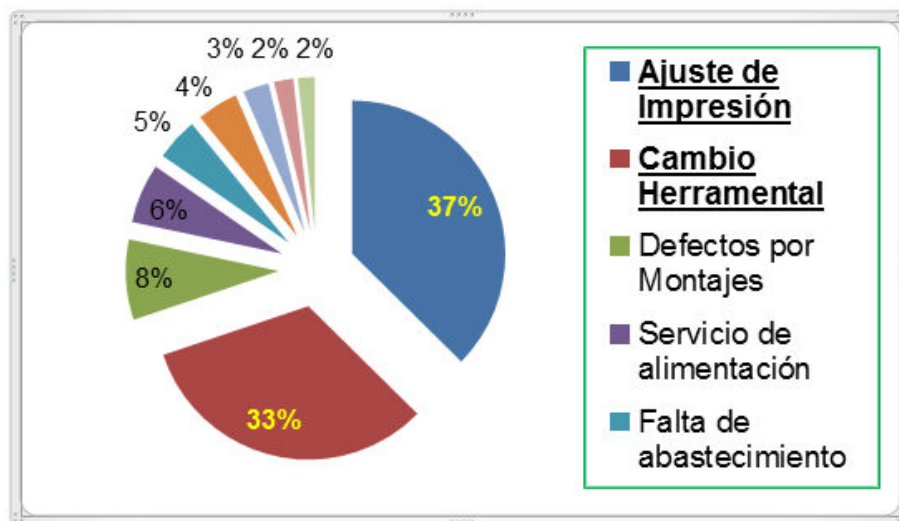
37: Todo paro asociado a Set-up o cambio de referencia en el cual solo se cambia el montaje: 9 mediciones.



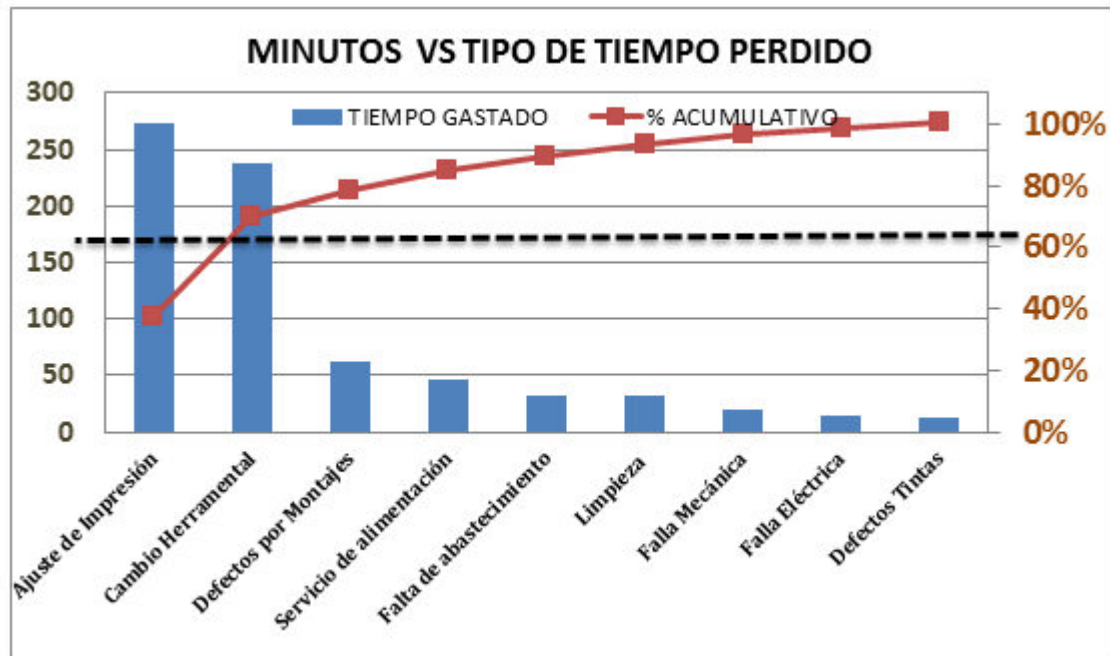
✓ [02]: Promedio de 35 minutos.

✓ [37]: Promedio de 17 minutos.

Aportes de pérdidas en alistamiento tipo - [02]



Alistamiento tipo 02 – grafico de Pareto



3.3 ANÁLISIS DE DATOS

- ✓ Los valores más grandes fueron los ajustes de impresión y cambio de herramental, proporcionándonos 37% y 33% respectivamente. Otros valores similares fueron Defectos de Montaje y Servicio de Alimentación 6% y 8%, el resto fueron iguales con un valor de 2%.
- ✓ Ajuste de impresión generaba gran pérdida de tiempo ya que la máquina UNITED no tenía el sistema de punto cero en los cuerpos impresores, llevando a que el método para tener una adecuada impresión fuera manual (ensayo-error), generando retrasos en el proceso y pérdida de productividad. Un tema que se discutió fue la implementación del punto cero en la empresa con el área de mantenimiento, ya que es de prioridad alta para mejorar la productividad y capacidad de la máquina.
- ✓ El cambio de herramental es el proceso normal que se requiere para cambiar todas las piezas para el MR, este valor era alto ya que son diferentes tareas, y no todas las personas involucradas tienen habilidad en la tarea asignada, además por la forma de realizar los cambios y forma de desplazarse.

- ✓ Los defectos de Montajes presentaban este valor de perdida ya que no había un método claro de fabricación y falta de análisis previo, que provocaban fallas en este. Cuando se va a fabricar un producto nuevo la pérdida de tiempo era alta, ya que no hay un ensayo previo o análisis de que factores pueden surgir en el proceso. Con esta alternativa de mejora, se creó un método claro para la fabricación de montajes y su respectivo.
- ✓ Se concluye que en su defecto Ajuste de Impresión, Cambio de herramental y Defectos en los montajes me generaban un 80% de pérdidas en los alistamientos tipo 02.
- ✓ La disminución de estas pérdidas nos permitió que la UNITED tenga más eficiencia y productividad, para así que no ser un cuello de botella o restricción en la planta.
- ✓ Para que el proceso sea más flexible hay que mejorar los alistamientos, ya que entre más MR se programen más restricción tendrá el proceso, y como estaba diseñado, era solo productivo para corridas altas de producción.
- ✓ La percepción que se tenía en los operarios, es que solo este proceso era solo productivo en altas corridas, informándolos y capacitándolos de cómo se comporta el sector bananero, ya que una empresa para permanecer en el mercado tiene que tener la capacidad de acomodarse a las necesidades del cliente, y no el cliente a la empresa.

3.4 PROPUESTA DE MEJORA (AUTOMATIZACIÓN)

3.4.1 control de operación anterior de registros de la maquina flexo united

Vista en planta cuerpos prensa flexo united (véase figura 5)

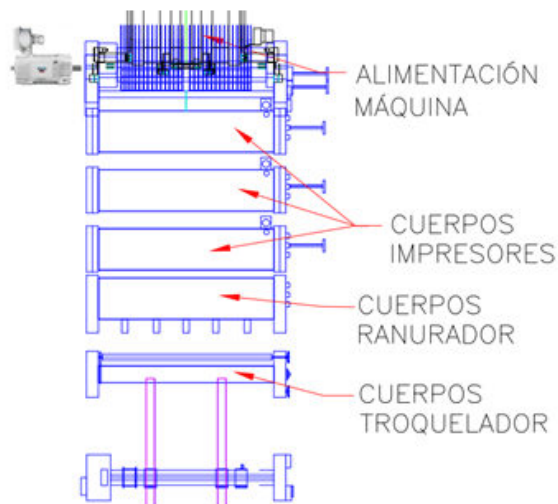
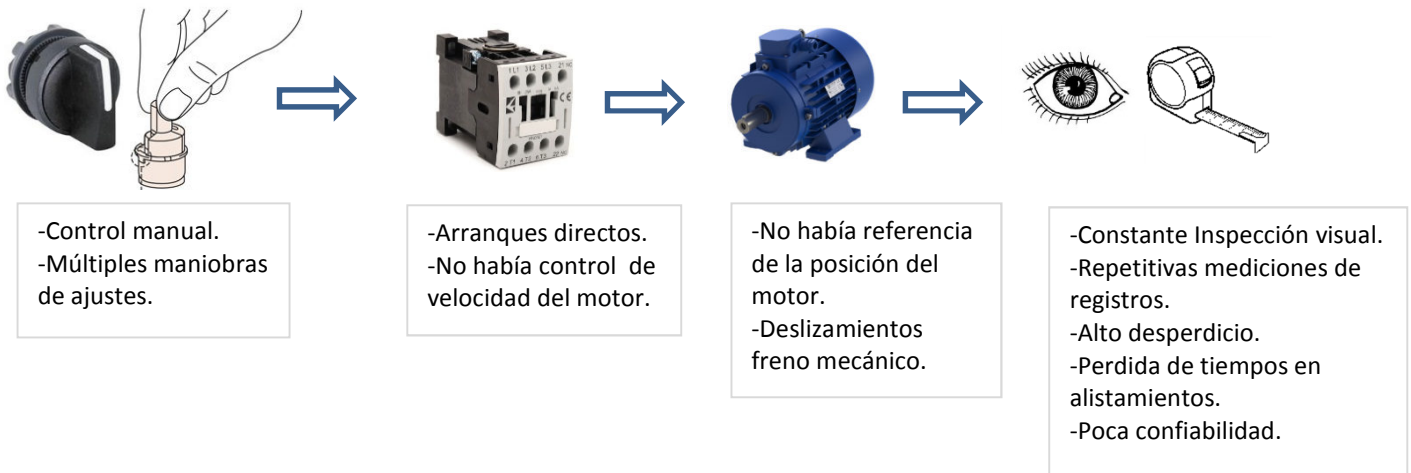


Figura 5. Recuperado archivos digitales Corrugaos del Darién.



3.4.2 Automatización para la operación de registros flexo united

Vista en planta cuerpos prensa flexo united ubicación control registros (véase figura 6 y 7)

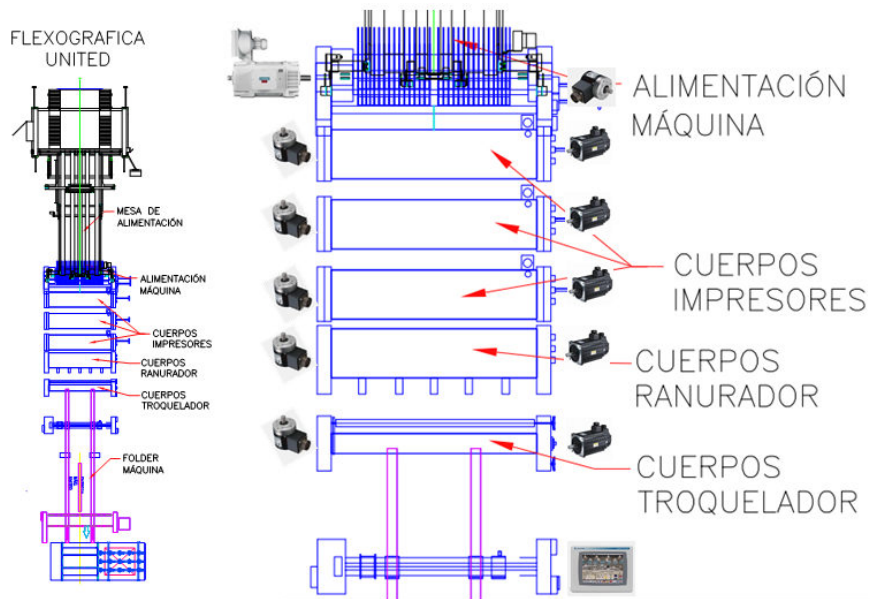


Figura 6. Recuperado archivos digitales Corrugaos del Darién.

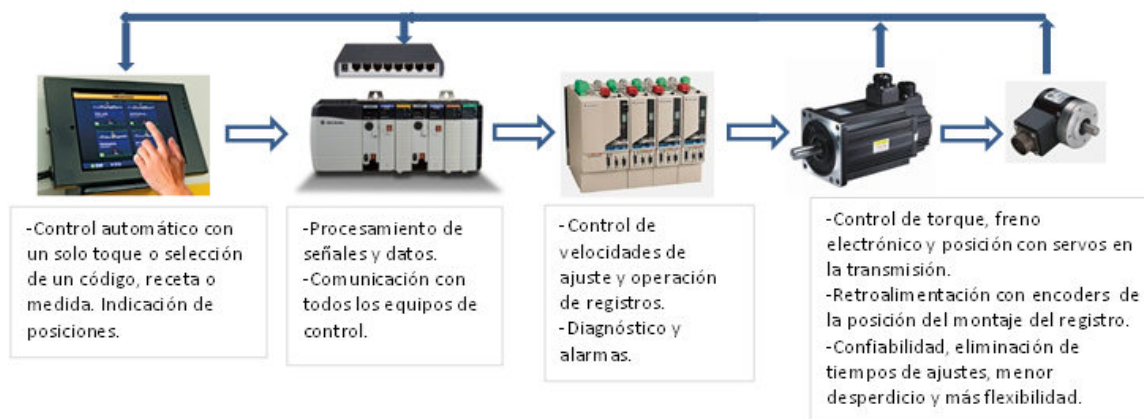


Figura 7. (2013). Bustamante Nelson, Lazo de Control registro flexo united

La automatización consta de un sistema de control de movimiento, soportado en la tecnología del fabricante *Rockwell Automation*, la cual es la estándar en los equipos de control y automatización en los diferentes equipos en la empresa Corrugados del Darién. En el desarrollo de este trabajo de grado se migró el control de registros de la máquina de equipos de electrotecnia a equipos de tecnología de punta marca Allen Bradley del fabricante Rockwell Automation.

Anteriormente para posicionar los rodillos donde estaban montados los registros de la caja (clichés, troqueles y hendedores), el operador por medio de un suiche o selector de tres posiciones, le daba girar a cada rodillo hacia adelante o hacia atrás en repetidas ocasiones hasta que la impresión o la perforación en la caja correspondieran con las especificaciones del plano.

En cada maniobra al operar los registros de cada cuerpo de la máquina, en el control anterior, el selector de mover el registro energizaba un contactor, el cual se encargaba de enviarle un voltaje de 440VAC al motor de registro de cada cuerpo.



Figura 8. (2014). Bustamante Nelson, Motor reductor registro flexo united

El motor normalmente se encuentra frenado, esto era para que cuando la maquina estaba en rotación, se conservara la posición del registro.

Al momento de energizarse el motor para girar hacia cualquier lado, este liberaba el freno eléctrico para desbloquear el motor y moverse libremente.

Este freno estaba formado por un conjunto de resortes, platinas, pastas de freno de asbesto y una bobina con electroimán que me bloqueaban el eje del rotor del motor cuando esta desenergizado y liberaba el eje cuando el motor se va iba a mover.

El operador debía tener la pericia para mover los registros hacia atrás y adelante con el menor número de arranques del motor, ya que mientras más rápido casaba el registro, el tiempo era menor en ajustes y sobretodo, el desperdicio era menor por cajas mal impresas o con perforaciones fuera de las medidas requeridas.

Igualmente en los cambios de orden o Setup, el operador cuando realizaba los alistamientos debía mover los rodillos de registros para montar las lonas impresoras, cuchillas ranuradoras o porta troqueles. Después de estas acciones, los registros se perdían, es decir, no se sincronizaban con respecto a la lámina de alimentación, siendo necesario mover nuevamente los registros cada vez que se arrancaba la maquina hasta que la lámina cumpliera con las especificaciones de diseño requeridas.

Como efecto de estos ajustes al iniciar operaciones después de cada cambio de referencia o alistamiento, se generaba unas láminas no conformes o desperdicio sumados con la pérdida de tiempo en alistamientos y productividad.

Para disminuir estos tiempos perdidos y desperdicio por ajustes en los alistamientos y durante la operación, se automatizó este proceso de control de registros soportándonos en las últimas tecnologías. Para este trabajo se hizo uso de una autómatas lógico programable (PLC). Este programador PLC tiene un módulo procesador o CPU marca Allen Bradley de la familia Controllogix (*ver anexo 02*). Este módulo va acoplado a una base donde de igual forma se montó una fuente de alimentación para suministrarle el voltaje a los diferentes módulos instalados en la base. El procesador está montado en el tablero principal de la máquina y se encarga de recibir y emitir todas las señales de campo y las de comunicación.

En cada cuerpo de la máquina, se instaló una serie de módulos remotos de entradas y salidas digitales a 24 VDC de la familia Flex I/O de Allen Bradley (*ver anexo 03*). Estos módulos remotos, como su nombre lo dice, me reciben y emiten las señales remotamente al controlador principal o CPU del PLC, el cual se encuentra distante de los cuerpos de la máquina y así no tendríamos que llevar y canalizar todos los cables de cada señal del cuerpo hasta el tablero principal sino llevarlos hasta una costado del mismo cuerpo.

Para que las señales de cada cuerpo de la maquina sean reconocidas por el control principal, los módulos remotos Flex I/O se comunican con el programador central por medio un protocolo LAN/Ethernet (*ver anexo 04*), el cual por medio de un cable UTP lleva todas las señales a un suiche de comunicación, el cual va enlazado a un módulo Ethernet Allen Bradley en el backplane con la CPU principal.

A este suiche de comunicación esta conectado todos los módulos Flex I/O de cada cuerpo, y así la CPU central tiene control sobre todas las señales de registro de la máquina.

En este trabajo de grado, se usó una HMI o interfaz de operación hombre-máquina de la familia Panelview de Allen Bradley (*ver anexo 05*). En este panel táctil de operación, el operador puede visualizar e ingresar en milímetros las medidas de los registros según plano para que se muevan los rodillos. Además en la pantalla se ingresan las recetas de operación y se registraran las fallas, historiales y pérdidas de referencia que se presenten, así como el estado de operación de cada elemento de control involucrado en este proceso. Este panel además, se comunica bajo el protocolo de Ethernet al igual que los módulos remotos Flex I/O.

Para el movimiento de los rodillos de registro, el trabajo de grado se basó en tecnologías de control de movimiento integrado Kinetix (*ver anexo 06*) de Allen Bradley. Este sistema nos brinda mayor precisión y torque al mover un eje en cualquier máquina. Para implementar este control, se cambió los motores actuales de AC con electro freno por un servomotor de igual o más potencia y torque. Se utilizó servomotores Allen Bradley de la familia MPL (*ver anexo 07*), el cual para poder arrancar y girar en cualquier sentido requieren de un controlador de velocidad y torque. Los servomotores en comparación con los motores de AC convencionales, no se pueden arrancar directamente, es decir que requieren de un controlador o servo controlador que le inyecte

la corriente, voltaje y demás parámetros necesarios para un óptimo movimiento en función de la posición. Los servomotores incluyen en su diseño un encoder de gran precisión.

Para el comando de los Servomotores de baja inercia MP-Series, se utilizó servo controladores o Servo variadores multiejes Kinetix 6000 de Allen Bradley (ver anexo 08). Estos controladores son los encargados de mover los servomotores acoplados mecánicamente a los rodillos de registro, con un mayor grado de precisión y torque, además le inyectan a cada servo el freno eléctrico necesario para que conserve su posición durante la rotación de los rodillos.

Para que estos servomotores y servo controladores sean reconocidos por el procesador principal, estos requieren de un módulo Serco (ver anexo 09), el cual está montado en el backplane o base del tablero principal, y a la vez por medio de esta red sercos, se comunica con cada controlador, y así, cualquier comando de mover cada rodillo de registro, se hace desde los comandos en cada máquina o desde la pantalla, y estos, los recibe el procesador central y envía por medio de los servo controladores a cada servomotor de la máquina.

A su vez, en el trabajo de grado se integró una retroalimentación de la posición de los rodillos donde se montó los registros de las cajas. Esta retroalimentación se realizó instalando directamente sobre cada rodillo y sobre el cuerpo alimentador (donde ingresa la lámina para convertirla en caja), un sensor óptico de posición llamado Encoder. Estos encoders absolutos, me guardan la posición aun así se desenergicen, son magnéticos, de vueltas múltiples y con comunicación Devicenet (ver anexo 10).

Estos sensores para poder enviar la señal de su posición al control central necesitan de un protocolo de comunicación, en este caso se usó el protocolo propio de Allen Bradley llamado Devicenet (ver anexo 11). Estos encoders requirieron de unos medios físicos, ósea cajas de control, conectores y cableados propios del fabricante (ver anexo 12), así como de módulos y accesorios de interfaz (ver anexo 13) para recoger todas las señales de cada encoder o sensor y que ser leídos o reconocidos sin ningún problema por el procesador central de Controllogix. Este módulo interfaz se instaló en el backplane central de la maquina al lado de los demás módulos y CPU del PLC.

Estos encoders de retroalimentación monitorean la posición de cada rodillo de registro, ya que cada servomotor me dará la posición de su movimiento, pero en caso que haya desajustes mecánicos en la transmisión del rodillo, el encoder absoluto que esta acoplado directamente al rodillo registro, me indicara su desviación para que el servomotor corrija esos milímetros de más o de menos según lo requerido en la orden de producción o receta.

CAPÍTULO IV

RECURSOS Y CRONOGRAMA

4.1 RECURSOS:

4.1.1 Humano:

El trabajo de grado se realizó con el apoyo de las diferentes personas que están a cargo en las áreas involucradas (Producción, Calidad, Mantenimiento, Sistemas, Seguridad, Compras y Logística), intercambiando información, realizando seguimiento y retroalimentando la base de datos para obtener los resultados óptimos y hacer un estudio que conlleve a un trabajo en equipo y no individual.

4.1.2 Materiales:

La planta ofrece diversos recursos que se deben utilizar si se requieren y obtener los mejores resultados para no dejar información o datos sin su análisis, ejemplo la ayuda en los software que maneja la planta como COPAR, GLOBE, INFOMANTE, y datos Históricos de producción y calidad que reposan en nuestra base de datos, los cuales son salvaguardados por el departamento de sistemas.

Referente a la innovación tecnológica, para la implementación de la propuesta de automatización del control y operación del sistema de registros, se adquirió equipos de última tecnología aplicados al control de movimiento en proceso. Se instaló servomotores de alto torque para el movimiento y posicionamiento preciso de los rodillos de registros, encoders para el control y retroalimentación del sistema de posición, consola o pantalla de operación de ajuste y recetas de registros, y de recolección de datos de registros, autómatas programable o PLC para el control y procesamiento de todas las señales del sistema, módulos de entradas y salidas digitales y analógicas, módulos y suiches para la comunicación entre los diferentes equipos, módulos controladores de velocidad para el comando de los servomotores, Fuentes de alimentación de voltaje, botones y comandos de operación, pilotos, sensores, entre otros más elementos de conexión, control y potencia.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	2014	2015
1	PLAN DE ACTIVIDADES	579 días	lun 03/03/14	jue 19/05/16	0%		
2	estudio de oportunidad	17 días	lun 03/03/14	mar 25/03/14	0%		
3	Análisis de las pérdidas de la línea flexo unit	2 sem.	lun 03/03/14	vie 14/03/14	0%		
4	Revisar datos actuales de los tiempos perdidos de la flexo unit	1 sem.	lun 03/03/14	vie 07/03/14	0%		
5	Análisis del muestreo inicial de tiempos perdidos	2 sem.	lun 03/03/14	vie 14/03/14	0%		
6	Definir el alcance del proyecto según tiempos perdidos	2 días	lun 17/03/14	mar 18/03/14	0%		
7	Plantear método de mejora para reducción de los tiempos de alistamientos y ajustes	1 sem.	mié 19/03/14	mar 25/03/14	0%		
8	Definir análisis de prefactibilidad del proyecto	60 días	lun 03/03/14	vie 23/05/14	0%		
9	1. Definir el tamaño de la muestra de los alistamientos y ajustes en la flexo unit	2 sem.	lun 03/03/14	vie 14/03/14	0%		
10	tomar datos en campo de alistamientos y ajustes	1 ms	lun 17/03/14	vie 11/04/14	0%		
11	2. Analizar las muestras de los alistamientos y ajustes en la flexo unit	2 sem.	lun 14/04/14	vie 25/04/14	0%		
12	estudio prefactibilidad	1 ms	lun 28/04/14	vie 23/05/14	0%		
13	3. estudio de factibilidad - Definir el proyecto de mejora de control de registros para la reducción de los tiempos de alistamiento	10 días	lun 26/05/14	vie 06/06/14	0%		
14	3.1. definir alcance del proyecto de control de registros	2 días	lun 26/05/14	mar 27/05/14	0%		
15	3.2. definir los límites del proyecto de control de registros	2 días	lun 26/05/14	mar 27/05/14	0%		
16	3.3. definir riesgos	2 días	lun 26/05/14	mar 27/05/14	0%		
17	3.4. definir costos estimados	1 sem.	mié 28/05/14	mar 03/06/14	0%		
18	3.5. definir metas	1 día	mié 04/06/14	mié 04/06/14	0%		
19	3.5. definir los indicadores de gestión (kpi's)	2 días	jue 05/06/14	vie 06/06/14	0%		
20	Presentar a la compañía el proyecto de mejora para aprobación	2 sem.	lun 09/06/14	vie 20/06/14	0%		
21	Ejecución del proyecto	226 días	lun 03/02/14	lun 15/12/14	0%		
22	definir diseño	3 sem.	lun 03/03/14	vie 21/03/14	0%		
23	verificar medidas en campo	3 sem.	lun 03/03/14	vie 21/03/14	0%		
24	definir el listado de los recursos	1 sem.	lun 24/03/14	vie 28/03/14	0%		
25	cotizar herramientas, mano de obra y equipos	2 sem.	lun 31/03/14	vie 11/04/14	0%		
26	solicitud, compra y recepción de equipos	3 ms	lun 14/04/14	vie 04/07/14	0%		
27	1. Instalar sistema de referencia por medio de encoders y servomotores en los registros de los cuerpos impresores	1 día	lun 07/07/14	lun 07/07/14	0%		
28	Definir ubicación de los puntos de acoplamiento de los encoders y servomotores	1 día	lun 07/07/14	lun 07/07/14	0%		
29	Tomar medidas para diseño de soporte	48 días	lun 03/02/14	mié 09/04/14	0%		
30	Desarmar transmisión de cada cuerpo	18 días	lun 03/02/14	mié 26/02/14	0%		
31	Alimentación	1 día	lun 03/02/14	jue 13/02/14	0%		
32	Cuerpo Impresor 1	1 día	jue 13/02/14	mar 25/02/14	0%		
33	Cuerpo Impresor 2	1 día	jue 13/02/14	jue 13/02/14	0%		
34	Cuerpo Impresor 3	1 día	jue 13/02/14	jue 13/02/14	0%		
35	Troquelador	2 días	mar 25/02/14	mié 26/02/14	0%		
36	Ranurador	1 día	jue 13/02/14	jue 13/02/14	0%		

Proyecto: proyecto NES RPM.mpp

Fecha: lun 14/04/14

Tarea

División

Progreso

Hito

Resumen

Resumen del proyecto

Tareas externas

Hito externo

Fecha límite

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	2014	2015
37	Diseñar soportes para cada uno de los cuerpos	2 sem.	lun 03/02/14	vie 14/02/14	0%		
38	Enviar a fabricar los soportes para los encoders y servomotores de cada cuerpo	1 ms	lun 17/02/14	vie 14/03/14	0%		
39	Verificar posición y funcionamiento de los soportes en cada cuerpo	15 días	lun 17/03/14	vie 04/04/14	0%		
40	Instalación de soportes y encoders	3 días	lun 07/04/14	mié 09/04/14	0%		
41	Conectar y canalizar cableado de encoders y servomotores a gabinete	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
42	Instalación de pantalla táctil en gabinete y conexión a encoders y servomotores	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
43	Instalación de PLC y módulos de entrada y salida locales	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
44	2. Integrar sistema de control de velocidad por servocontroladores a los motores de los registros	5 días	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
45	Montaje servocontroladores a gabinete	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
46	Canalización cableado motores - servocontroladores	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
47	Canalización cableado servocontroladores - PLC	1 sem.	lun 07/07/14	vie 11/07/14	0%		
48	4. Elaboración del programa en PLC del control de registros incluye diseño de páginas de alarmas e hist	6 mas	lun 23/06/14	vie 05/12/14	0%		
49	5. Descargar programa al equipo	2 días	lun 08/12/14	mar 09/12/14	0%		
50	6. Realizar pruebas y ajustes del sistema	4 días	mié 10/12/14	lun 15/12/14	0%		
51	Realizar seguimiento al sistema de control de registros	17 días	mar 16/12/14	mié 07/01/15	0%		
52	10.1. Definir el tamaño de la muestra de los alistamientos y ajustes en la flexo unitad	2 días	mar 16/12/14	mié 17/12/14	0%		
53	10.2. Analizar las muestras de los astamientos y ajustes en la flexo unitad	2 sem.	jue 18/12/14	mié 31/12/14	0%		
54	10.3. Evalua la mejora del proyecto	1 sem.	jue 01/01/15	mié 07/01/15	0%		
55	realizar documentación estandar de proceso operativo	3 sem.	jue 08/01/15	mié 28/01/15	0%		
56	entrenamiento a técnicos y operarios	20 días	jue 08/01/15	mié 04/02/15	0%		
57	10.5.1. ciclo de netrenamiento	1 ms	jue 08/01/15	mié 04/02/15	0%		
58	11. entrega a produccion	1 ms	jue 08/01/15	mié 04/02/15	0%		
59	12. definir repuestos criticos	2 sem.	jue 08/01/15	mié 21/01/15	0%		
60	13. actualizacion de los planes de mantenimiento	2 sem.	jue 08/01/15	mié 21/01/15	0%		
61	14. actualizacion del manual de operación	2 sem.	jue 08/01/15	mié 21/01/15	0%		
62	seguimiento indicadores de resultados y desempeño	1 ms	jue 05/02/15	mié 04/03/15	0%		
<div> <div>Proyecto: proyecto NEB RPM.mpp</div> <div>Fecha: lun 14/04/14</div> </div> <div> <div>Tarea</div> <div>División</div> <div>Progreso</div> </div> <div> <div>Hito</div> <div>Resumen</div> <div>Resumen del proyecto</div> </div> <div> <div>Tareas externas</div> <div>Hito externo</div> <div>Fecha limite</div> </div>							

- ✓ Becerra, J. (2013). *Exact GLOBE* (software ERP)
- ✓ Torres, L.- Camargo, L. (2009). *Modulo Proyecto de grado Ingenierías. Curso Proyecto de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (1ra edición)*
- ✓ Ustate, E. (2007). *Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. (1ra edición)*
- ✓ De la roca, L. (1994). *Manual de prácticas de ingeniería de métodos.* (Edición preliminar).
- ✓ <http://www.cordarien.com.co/>
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/ControlLogix-Standard-Controllers>
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/IO/1794-FLEX-IO-Modules>
- ✓ http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/ip_networks.htm
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-1250-Terminals>
- ✓ http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/gmc-sg001_-es-p.pdf
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Motion-Control/MP-Series-Servo-Motors/Low-Inertia>
- ✓ http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/gmc-sg001_-es-p.pdf
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Networks-and-Communications/SERCOS-Interface>
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Motion-Control/DeviceNet-Multi-Turn-Magnetic-Absolute-Encoder>
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Connection-Devices/DeviceNet-Round-Media>
- ✓ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Networks-and-Communications/DeviceNet-Connected-Products>

ANEXOS

Anexo 01: flexografía

La flexografía es una técnica de impresión que utiliza una placa flexible con relieve, es decir, que las zonas impresas de la forma están realzadas respecto de las zonas no impresas. La plancha, llamada cliché o placa, es generalmente de fotopolímero (anteriormente era de ¹hule vulcanizado) que, por ser un material muy flexible, es capaz de adaptarse a una cantidad de soportes o sustratos de impresión muy variados. La flexografía es el sistema de impresión característico, por ejemplo, del cartón ondulado y de los soportes plásticos. Es un método semejante al de un sello de imprenta.

En este sistema de impresión se utilizan tintas líquidas caracterizadas por su gran rapidez de secado. Esta gran velocidad de secado es la que permite imprimir volúmenes altos a bajos costos, comparado con otros sistemas de impresión¹

Anexo 02: Controladores ControlLogix estándar



Los controladores estándar ControlLogix® Boletín 1756 son ideales para aplicaciones de proceso, movimiento, discretas y de alta disponibilidad. Como parte del sistema de Integrated Architecture™ de Rockwell Automation®, estos controladores usan el software de programación RSLogix™ 5000 (modelos L6), el ambiente Studio 5000™ (modelos L7) y protocolos de red comunes. Ofrecen capacidades de información común. Estos controladores de alto rendimiento proporcionan un motor de control común con un ambiente de desarrollo común para todas las disciplinas de control. Considere estos controladores para máquinas más sofisticadas y para la conectividad con sistemas de negocios.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Flexograf%C3%ADa>

Características

- Proporciona el doble de velocidad de procesamiento en los modelos L7 al compararlos con los modelos L6
- Admite movimiento integrado en EtherNet/IP™, el movimiento Sercos™ integrado y el movimiento analógico
- Admite redundancia completa de los controladores
- Admite la desconexión y reconexión con la alimentación conectada (RIUP)
- Se comunica a través de EtherNet/IP, ControlNet™, DeviceNet™, Data Highway Plus™, E/S remotas, SynchLink y muchas redes de procesos y dispositivos de otros fabricantes
- Le permite programar usando lógica de escalera de relé, texto estructurado, bloque de funciones y lenguajes SFC
- Ofrece opciones flexibles de memoria de usuario ²

Anexo 03: Módulos Remoto FLEX I/O

FLEX™ I/O Boletín 1794 ofrece flexibilidad para su aplicación con E/S digitales, analógicas, analógicas HART especiales y 4 a 32 puntos por módulo. Puede combinar E/S digitales y analógicas con opciones de montaje y cableado.



y

Características

- Los módulos digitales y analógicos, además de una serie de módulos especiales, admiten una amplia variedad de aplicaciones
- La desconexión y reconexión con la alimentación conectada (RIUP) permite reemplazar módulos y hacer conexiones de cables mientras el sistema está en operación
- Los módulos de ambientes difíciles FLEX-I/O XT™ cuentan con clasificación para -20 a 70 °C (-4 a 185 °F) y son compatibles con el sistema de ambientes difíciles ControlLogix-XT™

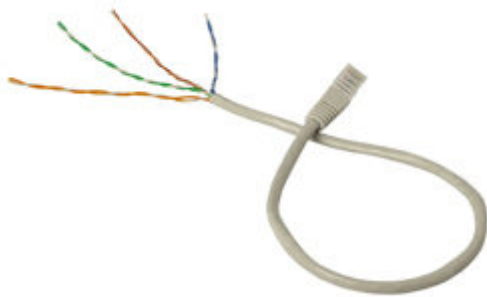
² <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/ControlLogix-Standard-Controllers>

- Hay disponibles módulos con revestimiento de conformación
- Cada módulo de E/S requiere una base de terminales que proporciona puntos de conexión para cableado de E/S ³

Anexo 04: Red de área local y Ethernet

Una red de área local (LAN) es un grupo de ordenadores conectados a un área localizada para comunicarse entre sí y compartir recursos como, por ejemplo, impresoras. Los datos se envían en forma de paquetes, para cuya transmisión se pueden utilizar diversas tecnologías. La tecnología LAN más utilizada es la Ethernet y está especificada en una norma llamada IEEE 802.3. (Otros tipos de tecnologías de redes LAN son Token Ring y FDDI).

Ethernet utiliza una topología en estrella en la que los nodos individuales (dispositivos) están conectados unos con otros a través de un equipo de red activo como un conmutador. El número de dispositivos conectados a una LAN puede oscilar entre dos y varios miles.



El medio de transmisión físico para una LAN por cable implica cables, principalmente de par trenzado, o bien, fibra óptica. Un cable de par trenzado consiste en ocho cables que forman cuatro pares de cables de cobre trenzados, y se utiliza con conectores RJ-45 y sockets.

La longitud máxima de un cable de par trenzado es de 100 m, mientras que para la fibra, el máximo varía entre 10 km y 70 km, dependiendo del tipo. En función del tipo de cables de par trenzado o de fibra óptica que se utilicen, actualmente las velocidades de datos pueden oscilar entre 100 Mbit/s y 10.000 Mbit/s. ⁴

³ <http://ab.rockwellautomation.com/es/IO/1794-FLEX-IO-Modules>

⁴ http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/ip_networks.htm

Anexo 05: Terminales PanelView Plus 6 1250



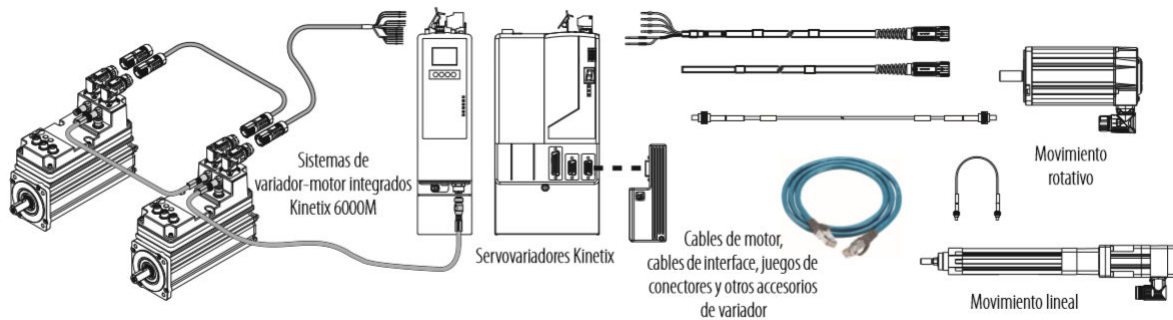
El terminal gráfico PanelView™ Plus 6 1250 tiene una pantalla plana a colores de 12.1 pulg. (30.73 cm) con una resolución de 800 x 600 (mínima) y gráficos de 18 bits. Este terminal admite la entrada para el operador a través de un teclado (40 teclas de función), una pantalla táctil o un teclado y una pantalla táctil.

Características

- El procesador más veloz, la memoria de 512 MB y el sistema operativo Windows® CE 6.0 proporcionan una respuesta más rápida y mejores gráficos
- El diseño modular incluye módulos de lógica, pantalla y comunicación
- Administración de recetas, configuración de máquinas y seguimiento de datos mediante archivos .csv
- Visor PDF incorporado que ofrece asistencia técnica del operador sensible al contexto
- Fuente Unicode completa incorporada para admitir varios idiomas con una sola aplicación de tiempo de ejecución
- Está disponible un terminal configurado en base con módulos de pantalla y lógica
- Admite el monitoreo en tiempo real de sus terminales a través de un examinador de web
- Están disponibles las redes RS-232 y Ethernet a través de los puertos de comunicación incorporados
- Puertos USB y ranura de tarjeta SD incorporados ⁵

⁵ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-1250-Terminals>

Anexo 06: Control de movimiento integrado Kinetix



Los productos de control de movimiento integrado Kinetix forman parte del sistema de Arquitectura Integrada de Rockwell Automation®. El sistema de Arquitectura Integrada reúne una amplia gama de productos de alto rendimiento integrados en el software RSLogix™ 5000 y en la aplicación Studio 5000 Logix Designer™ para ofrecer diseño, operación y mantenimiento de la máquina mejores y más sencillos.

El control de movimiento integrado en la red EtherNet/IP utiliza la tecnología CIP Motion y CIP Sync de ODVA, todo construido bajo el protocolo industrial común (CIP). Las normas globales contribuyen a asegurar la uniformidad y la interoperación. La red Ethernet estándar no modificada permite administrar de manera eficaz el flujo de información y el control en tiempo real para una mejor optimización a nivel de toda la planta, toma de decisiones más informada y mejor rendimiento empresarial. La sincronización de tiempo de los variadores, las E/S y otros dispositivos compatibles con EtherNet/IP proporciona el rendimiento que contribuye a resolver las aplicaciones más difíciles.

El control de movimiento integrado en SERCOS (sistema de comunicaciones en serie en tiempo real) es una interface controlador/variador que usa cables de fibra óptica inmunes al ruido. Un solo anillo de fibra óptica sirve como interface única entre el control y el variador. Reemplaza los costosos cableados de comando y retroalimentación, lo que a la vez reduce el tiempo de instalación y los costos de cableado. Diagnóstico avanzado y generación de informes sobre procesos proporcionados a través de interface SERCOS.

Con el control de movimiento integrado Kinetix usted se beneficia de la integración transparente de los controladores Logix5000™ de Allen-Bradley® (ControlLogix®, GuardLogix® y

CompactLogix™), las redes de alto rendimiento (EtherNet/IP y SERCOS), y una amplia gama de opciones de variadores de CA y servo variadores, motores lineales y rotativos, y accionadores lineales de Allen-Bradley. El software RSLogix 5000 y la aplicación LogixDesigner ofrecen un amplio conjunto de herramientas de movimiento avanzadas para apoyo de programación, configuración, puesta en servicio, diagnóstico y mantenimiento. La configuración orientada a los números de catálogo hace que la puesta en servicio del sistema de control de movimiento sea rápida y sencilla, y una extensa biblioteca de instrucciones de control de movimiento proporciona la funcionalidad adecuada para cualquier aplicación.

El control de movimiento integrado Kinetix ofrece una variedad de familias de servo variadores, motores y accionadores para aplicaciones tanto de un solo eje como multiejes. Estos sistemas ofrecen lo siguiente:

- Rangos de potencia de servo variadores de 50 W...149 kW.
 - Familia de servovariadores Kinetix 5500
 - Familia de servo variadores Kinetix 350 EtherNet/IP de un solo eje
 - Familias de servo variadores Kinetix 6000 y Kinetix 6200 (interface Sercos) y Kinetix 6500 (red EtherNet/IP) multiejes
 - Sistemas de variador-motor integrados Kinetix 6000M
- Selección de redes EtherNet/IP o interface SERCOS
- Amplia gama de motores rotativos, motores rotativos de acción directa, motores lineales y accionadores/etapas lineales.
 - Los motores ofrecen par continuo de 0.10 N•m (0.85 lb•pulg.) como mínimo y hasta 955 N•m (8,452 lb•pulg.) como máximo.
 - Los accionadores lineales ofrecen fuerzas pico de hasta 14,679 N (3300 lb)
- La tecnología de motor inteligente proporciona identificación automática de motor para facilitar y agilizar la configuración y la puesta en servicio

- Uso de un solo paquete de software, entorno RSLogix 5000 o Studio 5000®, para brindar un apoyo completo de configuración, programación, puesta en servicio, diagnóstico y mantenimiento del variador
- Las herramientas de control de movimiento en línea incluyen análisis de tendencias de datos en tiempo real, gráficos

PCAM y editor de perfil TCAM, ajuste de variador automático y manual, y diagnósticos avanzados de variador

- Apoyo de tipo plug-and-run para variador/motor/accionador con reemplazo automático de dispositivos (ADR).
- Software Motion Analyzer para el dimensionamiento total de la aplicación de movimiento, así como para análisis, optimización, selección y validación de su sistema de control de movimiento Kinetix.⁶

Anexo 07: Servomotores de baja inercia MP-Series



Los servomotores de baja inercia (MPL) MP™-Series son motores sin escobillas de alto rendimiento que usan innovadoras características de diseño para reducir el tamaño del motor y entregar un par considerablemente mayor. Estos servomotores sin escobillas compactos están diseñados para cumplir con los exigentes requisitos de sistemas de movimiento de alto rendimiento. Esta serie de servomotores se usa generalmente con las familias de servo variadores Allen-Bradley® Kinetix® 2000, Kinetix 6000, Kinetix 7000 y Ultra™ 3000. Estos motores están disponibles en nueve tamaños de estructura.

Características

⁶ http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/gmc-sg001_-es-p.pdf

- Par de paro continuo de 0.26 a 163 Nm (2.3 a 1,440 lb-pulg.)
- Par pico de 0.77 a 278 Nm (6.8 a 2,460 lb-pulg.)
- Opción de freno de 24 V integral
- Opciones de retroalimentación de alta resolución absoluta de una y múltiples vueltas, encoder incremental y dispositivo de resolución
- Conectores de motor de bajo perfil reversibles en el campo con impacto mínimo del servomotor en el diseño de la máquina
- Las versiones con conectores DIN permiten la orientación flexible de los conectores y el uso de una sola familia de cables con todos los motores MP-Series.⁷

Anexo 08: Servo variadores multiejes Kinetix 6000



Los servo variadores multiejes Kinetix 6000 permiten gran simplicidad para manejar incluso las aplicaciones más exigentes de manera rápida, fácil y económica. Al proporcionar capacidad de control avanzada junto con características innovadoras de diseño e instalación, los variadores

Kinetix 6000 mejoran significativamente el rendimiento del sistema y ahorran tiempo y dinero. El

tamaño compacto, cableado simplificado y componentes fáciles de usar hacen de los variadores Kinetix 6000 una opción ideal para los fabricantes originales de equipos y los usuarios finales. Las aplicaciones específicas para los variadores Kinetix 6000 incluyen envasado, manejo de materiales, conversión y ensamblaje.

La familia de variadores Kinetix 6000 forma parte de la solución de control de movimiento integrado Kinetix.

Características

- Sistemas de servo variador multiejes con movimiento integrado en interface Sercos

⁷ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Motion-Control/MP-Series-Servo-Motors/Low-Inertia>

- Certificación TÜV: PLe, Cat 3, según EN ISO 13849 y SIL CL3 según IEC 61508, EN 61800-5-2 y EN 61062
- Control de desconexión de par segura
- Entrada de 195...265 VCA, trifásica (clase 200 V)
- Entrada de 324...528 VCA, trifásica (clase 400 V)
- Rendimiento pico mejorado para hasta 250% de la corriente nominal en régimen continuo
- Software RSLogix 5000 o aplicación Logix Designer para programación (lógica de escalera, texto estructurado y diagramas de funciones secuenciales)
- Movimiento integrado Kinetix con controladores ControlLogix o CompactLogix
- Retroalimentación de encoder absoluto de alta resolución, múltiples vueltas y una sola vuelta, eje auxiliar de retroalimentación solamente.⁸

Anexo 09: Red Interface SERCOS



SERCOS (Sistema de comunicaciones en serie en tiempo real) es un estándar de comunicación aprobado internacionalmente para el control de movimiento (IEC 61491). Esta red de comunicación está diseñada para comunicaciones en serie de alta velocidad de datos en lazo cerrado estandarizados, en tiempo real, a través de un cable de fibra óptica inmune al ruido. Admitimos SERCOS con módulos de movimiento de interface, lo que proporciona conectividad y control de variadores SERCOS para el controlador ControlLogix®.

Características

- Estándar de comunicación aprobado internacionalmente para el control de movimiento (IEC 61491)
- Diseñado para comunicaciones en serie de alta velocidad de datos en lazo cerrado estandarizados (en tiempo real) a través de un cable de fibra óptica inmune al ruido

⁸ http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/gmc-sg001_-es-p.pdf

- Los módulos de movimiento de interface SERCOS proporcionan conectividad y control de variadores SERCOS para el controlador ControlLogix®
- El soporte de variadores para SERCOS incluye: Servo variadores Kinetix® 2000, Kinetix 6000, Kinetix 7000 y Ultra™ 3000 SERCOS
- Hay disponibles productos adicionales de nuestros socios de Encompass™⁹

Anexo 10: Encoders absolutos magnéticos de múltiples vueltas DeviceNet



El encoder magnético de múltiples vueltas DeviceNet™ Boletín 842D es un encoder de eje de múltiples vueltas absoluto de 26 bits que se conecta directamente a DeviceNet. Esta capacidad de red elimina la necesidad de tarjetas de entrada dedicadas. Se conecta a la línea troncal de DeviceNet mediante un micro desconexión rápida de cinco pines. Puede interconectar hasta sesenta y tres encoders DeviceNet 842D

a un PLC u otro sistema lógico a través de una sola conexión de red.

Características

- El diseño magnético resiste choques de 100 g y temperaturas extremas
- El encoder absoluto de múltiples vueltas y 26 bits conserva los datos de posición si se pierde la alimentación eléctrica
- Hasta 8192 PPR y 8192 vueltas
- Se conecta mediante desconexión rápida tipo micro de cinco pines
- Cubierta posterior ranurada que permite la selección de la dirección y la velocidad en baudios
- Botón de restablecimiento de la posición
- Envoltente NEMA 4/IP66¹⁰

⁹ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Networks-and-Communications/SERCOS-Interface>

Anexo 11: Red Devicenet

DeviceNet es un protocolo de comunicación usado en la industria de la automatización para interconectar dispositivos de control para intercambio de datos. Éste usa Bus CAN como tecnología Backbone y define una capa de aplicación para cubrir un rango de perfiles de dispositivos. Las aplicaciones típicas incluyen dispositivos de intercambio, dispositivos de seguridad grandes redes de control con E/S.

Medios físicos redondos DeviceNet



El cable redondo grueso y delgado (usado generalmente como cable troncal y de derivación, respectivamente) está disponible en carretes a granel o como cables con un conector pre moldeados o cable con conectores. Ofrecemos una amplia variedad de componentes de conectividad resistentes y durables para utilizarse en sistemas de cables redondos. Estos componentes incluyen t-ports, DeviceBox™, DevicePort™,

PowerTap™ y una gran cantidad de accesorios adicionales. También están disponibles versiones de acero inoxidable de los componentes del sistema de cables redondos para aplicaciones industriales difíciles.

Características

- El forro de cloruro de polivinilo (PVC) resiste aceite y productos químicos
- Conexiones impermeables (NEMA 4, 6P; IP 67)
- Contactos con recubrimiento de oro
- Las tuercas de acoplamiento de trinquete resisten la vibración¹¹

¹⁰ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Motion-Control/DeviceNet-Multi-Turn-Magnetic-Absolute-Encoder>

¹¹ <http://ab.rockwellautomation.com/es/Connection-Devices/DeviceNet-Round-Media>

Anexo 12: Productos conectados Red DeviceNet Allen Bradley



Existe una amplia variedad de productos conectados DeviceNet™ para sus aplicaciones. Los productos tienen una interface DeviceNet incorporada o se conectan a la red DeviceNet a través de un módulo de interface de comunicación opcional. Continuamos con nuestra inversión en DeviceNet con soluciones que ayudan a que el cableado, la puesta en marcha y la resolución de problemas de DeviceNet sean más

sencillos.

Características

- Los productos incluyen desde controladores, E/S e interface de operador hasta variadores y productos de control de motores y gestión energética
- Muchos productos incluyen conectividad DeviceNet™ incorporada
- Está disponible un amplio rango de botones pulsadores, dispositivos de señalización y sensores DeviceNet
- Algunos productos incluyen la tecnología de componentes inteligentes DeviceLogix™
- Conecte una PC a una red DeviceNet mediante el cable USB a DeviceNet
- Están disponibles interfaces PCI-bus y RS-232-C a DeviceNet
- También hay distintos productos disponibles de nuestros socios de Encompass¹²

¹² <http://ab.rockwellautomation.com/es/Networks-and-Communications/DeviceNet-Connected-Products>